

**PERANCANGAN PROTOTIPE DESTILATOR BIOETANOL  
MODEL REFLUX**

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Mencapai Derajat Ahli Madya**



**Disusun Oleh :  
TAUFIK SANTOSO  
2011 – 55 – 020**

---

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MURIA KUDUS  
2014**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : **“PERANCANGAN PROTOTIPE DESTILATOR  
BIOETANOL MODEL REFLUX”**

Nama : Taufik Santoso

NIM : 2011-55-020

Program Studi : Teknik Mesin

Telah layak mengikuti ujian proyek akhir pada Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Muria Kudus.

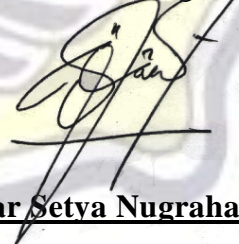
Kudus, 6 September 2014

Pembimbing I



**Rochmad Winarso, ST., MT.**

Pembimbing II



**Bachtiar Setya Nugraha, ST., MT.**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **“PERANCANGAN PROTOTIPE DESTILATOR  
BIOETANOL MODEL REFLUX”**

Nama : Taufik Santoso

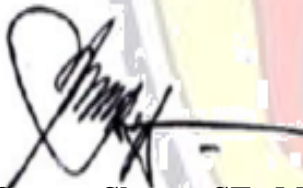
NIM : 2011-55-020

Program Studi : Teknik Mesin


Telah diujikan pada ujian Proyek Akhir Ahli Madya pada tanggal  
09 September 2014, dan dinyatakan **LULUS** pada program Studi Diploma III  
Teknik Mesin Universitas Muria Kudus.

Kudus, 09 September 2014


Ketua Penguji

  
**Sugeng Slamet, ST., MT**

Anggota Penguji I

  
**Qomaruddin, ST., MT.**

Anggota Penguji II

  
**Rochmad Winarso, ST., MT.**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

  
**Rochmad Winarso, ST., MT.**

Ka. Progdi Teknik Mesin

Universitas Muria Kudus

  
**Taufiq Hidayat, ST., MT.**

## PERSEMBAHAN

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan akal pikiran dan hati kepada manusia, sehingga mampu menimba ilmu dan mencari penerangan dalam kehidupannya. Dan atas petunjuk serta kehendakNya, penulisan skripsi ini dapat segera terselesaikan. Dan tak lupa shalawat serta salam tetap tercurah kepada bimbingan kita Rasulullah Muhammad SAW yang telah memberikan jalan yang terang bagi umat di dunia ini. Laporan proyek akhir ini dengan judul **“Perancangan Prototipe Destilator Bioetanol Model Reflux”** merupakan laporan yang disusun untuk mempermudah dalam pembuatan bioetanol, dimana hasilnya nanti sebagai bahanbakar alternatif pengganti bensin. Semoga penyusunan laporan ini dapat memberimanfaat dan dapat memperkaya khasana ilmiah kepada para pembaca,khususnya yang berkecimpung dalam bidang Teknik Mesin, dan tentunyabermanfaat bagi yang lain pula. Dalam penyusunan laporan ini, telah banyak pihak yang membantu dan mendukung peneliti baik secara moril maupun materil sehingga peneliti dapat menyelesaikan laporan ini.

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati peneliti mengucapkan banyak terima kasih atas tersusunnya laporan proyek akhir ini :

1. Kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala petunjuknya untuk pembuatan laporan ini.



2. Kepada bapak, ibu, adik, beserta seluruh keluarga yang telah memberikan do'a restu dan motivasinya setiap saat.
3. Kepada seluruh dosen Teknik Mesin yang terhormat karena telah mendidik dan membimbing penulis dalam menuntut ilmu.
4. Teman-teman satu angkatan khususnya teman satu proyek (Ansori, Muchlas Ichsan, Sanggih Sujatmiko, Siroyul Munir, Ahmad Irtandi) terima kasih atas dukungan kalian semua. Semoga persahabatan kita tidak berhenti sampai disini dan terima kasih atas semua bantuan kalian.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, karena keterbatasan yang penulis miliki. Semoga laporan ini memberikan manfaat yang sebaik-baiknya bagi kemajuan ilmu pengetahuan pada umumnya dan penulis khususnya, dengan segala kerendahan hati penulis menantikan saran dan kritik yang membangun atas penulisan laporan proyek akhir ini.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

## MOTTO

1. Pendidikan sangat penting untuk meraih masa depan.
2. Teruslah belajar dan berjuang untuk meraih cita cita.
3. Lebih baik pandai berkarya dari pada pandai berbicara.
4. Suatu permasalahan pasti ada solusinya.
5. Lebih baik bersikap rendah hati daripada sombong diri.
6. Selalu bersyukur yang diberikan Tuhan kepada kita.
7. Menjalani hidup ini kita harus dengan semangat dan jangan sampai menyerah (putus asa).
8. Mengerjakan sesuatu dengan jujur dan tanggung jawab.



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Segala puji penulis panjatkankehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan proyek akhir dengan judul: **“Perancangan Prototipe Destilator Bioetanol Model Reflux”**.Laporan ini disusun sebagai pertanggung jawaban penulis atas pelaksanaan Proyek Akhir dan juga sebagai persyaratan guna memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Ahli Madya.Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan hingga terselesaikannya laporan ini, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus dan mendalam :

1. Kepada bapak Rochmad Winarso, ST., MT., selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar membimbing penulis dan juga selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
2. Kepada bapak Bachtiar Setya Nugraha, ST., MT., selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar membimbing penulis dalam penyusunan laporan ini.
3. Kepada bapak Taufiq Hidayat, ST., M.T., selaku Kaprodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
4. Kepada dosen program studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dalam setiap perkuliahan.
5. Kepada rekan-rekan mahasiswa seperjuangan yang ikut serta membantu secara teori sehingga tersusunlah laporan ini.

6. Dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini masih terdapat banyak kekurangannya, oleh karenanya penulis mengharap kritik dan saran dari pembaca sekalian yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



Kudus, 06 September 2014

**Taufik Santoso**



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERSEMBAHAN .....	iv
MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
ABSTRAK.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir .....	4
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
1.6 Rencana Desain dan Mekanisme Kerja.....	4
BAB II. LANDSASAN TEORI.....	7
2.1 BIOETANOL .....	7
2.2 BAHAN BAKU BIOETANOL.....	9
2.2.1 Pati Sagu .....	10
2.2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	12

2.2.4	Nira Sorgum ( <i>Sorgum bicolor</i> ) .....	14
2.2.4	Jerami Padi.....	16
2.2.5	Bonggol Pisang ( <i>Musa paradisiaca</i> ) .....	18
2.2.6	Tetes Tebu .....	19
2.2.7	Talas .....	20
2.2.8	Ketela Pohon .....	21
2.3	DESTILASI BIOETANOL .....	23
2.4	JENIS JENIS DESTILASI .....	24
2.4.1	Destilasi sederhana .....	24
2.4.2	Distilasi Bertingkat .....	26
2.4.3	Destilasi Uap .....	29
2.4.4	Distilasi Kering .....	30
2.4.5	Distilasi Vacuum.....	32
2.4.6	Distilasi Azeotrop .....	33
2.5	PROSES PRODUKSI BIOETANOL .....	35
2.5.1	Persiapan Bahan Baku .....	37
2.5.2	Liquifikasi dan Sakarifikasi .....	38
2.5.3	Fermentasi .....	39
2.5.4	Distilasi .....	40
2.5.5	Dehidrasi .....	41
2.5.6	Hasil samping penyulingan ethanol .....	42
2.6	MEKANISME PERPINDAHAN KALOR .....	42
2.6.1	Perpindahan Kalor Konduksi .....	43

2.6.2	Perpindahan Kalor Konveksi .....	43
2.6.3	Perpindahan Kalor Radiasi.....	44
2.7	KEBUTUHAN PANAS .....	44
2.8	NILAI PAANAS.....	46
2.9	TEORI PENGUAPAN .....	47
2.10	PIPA SALURAN.....	51
2.10.1	Aliran Fluida dalam Pipa .....	51
2.10.2	Kecepatan aliran dalam pipa .....	52
2.11	TANGKI KETEL .....	53
2.12	KONDENSOR .....	55
BAB III PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN.....		57
3.1	DIAGRAM ALUR PROSES PERANCANGAN.....	57
3.2	PEMILIHAN Matrial dan Desain Mesin .....	58
3.3	PERENCANAAN KETEL PENYULINGAN .....	59
3.4	KEBUTUHAN UAP RUANG BAHAN (G) .....	60
3.5	PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN BAKAR .....	62
3.6	PERHITUNGAN TEBAL DINDING TABUNG .....	63
3.7	BERAT BEBAN PENYANGGA KONDENSO .....	66
BAB IV PENUTUP .....		
4.1	KESIMPULAN .....	72
4.2	SARAN.....	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar. 1.1 Rencana Desain .....	5
Gambar. 2.1 Sagu .....	11
Gambar 2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	14
Gambar 2.3 Sorgum .....	15
Gambar 2.4 Jerami Padi .....	17
Gambar 2.5 Bonggol Pisang .....	19
Gambar 2.6 Tetes Tebu .....	20
Gambar 2.7 Talas .....	21
Gambar 2.8 Ketela .....	22
Gambar. 2.9 Destilasi .....	24
Gambar 2.10 Alat Destilasi Sederhana .....	25
Gambar. 2.11 Destilasi bertingkat .....	26
Gambar. 2.12 Destilasi bertingkat .....	28
Gambar 2.13 Distilasi uap .....	30
Gambar 2.14 Distilasi Kering .....	31
Gambar 2.15 Destilator Vakum .....	33
Gambar 2.16 Distilasi Azeotrop .....	34
Gambar 2. 17 Alur Pembuatan Bioetanol .....	37
Gambar 2.18 Penghancuran Singkong dan Pemasakan bahan baku .....	38
Gambar 2.19 Liquefikasi dan Sakarifikasi .....	39
Gambar 2.20 Fermentasi .....	40
Gambar 2.21 Limbah padat ( <i>sludge</i> ) dan Limbah cair ( <i>Vinase</i> ) .....	42

Gambar 3.1 Diagram Alur.....	58
Gambar 3.2 Dsain Mesin Destilator.....	59
Gambar 3.3 ketel Penyulingan .....	61
Gambar 3.4 Bidang ketel.....	61
Gambar 3.5 Tebal tabung terhadap kemungkinan belah ( tb ).....	65
Gambar 3.6 Tebal dinding terhadap kemungkinan putus ( tp ).....	66
Gambar 3.7 Rangka atas .....	69
Gambar 3.8 Penampang plat siku (L) .....	69
Gambar 3.9 Gambar Gaya tekan yang terjadi pada rangka .....	71
Gambar 3.10 Penggambaran <i>shear forces diagram</i> (SFD) dengan cara grafis .....	72
Gambar 3.11 Penggambaran <i>bending momen diagram</i> (BMD) dengan cara grafis .....	72



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Konversi Bahan Baku Tanaman Yang Mengandung Pati Ata Karbohidrat Dan Tetes Menjadi Bio-Ethanol .....	35
--	----



# PERANCANGAN PROTOTIPE DESTILATOR BIOETANOL MODEL REFLUX

Penyusun : Taufik Santoso

Pembimbing I : Rochmad Winarso, ST., MT.

Pembimbing II : Bachtiar Setya Nugraha, ST., MT.

## ABSTRAK

Saat ini kebutuhan akan sumber energi alternatif terus meningkat seiring menipisnya cadangan minyak bumi dunia, pemerintah harus memberi perhatian khusus pada pengembangan sumber energi alternatif ramah lingkungan yaitu bioetanol. Indonesia berpotensi menjadi produsen bioetanol, karena banyak tanaman sumber bioetanol terdapat di Indonesia yang mempunyai prospek yang sangat baik untuk dikembangkan, dalam produksi bioetanol memerlukan tahapan – tahapan proses, salah satu tahapan terpenting adalah destilasi (penyulingan).

Destilasi merupakan proses penguapan yang memisahkan etanol dengan cairan, dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Ada berbagai macam jenis destilasi, diantaranya destilasi sederhana, destilasi bertingkat / reflux, destilasi uap dan destilasi vakum, masing – masing destilasi berbeda tergantung bahan yang akan didestilasi.

Pada tugas akhir ini penulis merencanakan mesin destilator model reflux yang memisahkan alkohol dan air, tujuan perancangan mesin ini adalah merancang mesin destilator bioetanol dengan kapasitas ketel penyulingan 43,36 liter, dengan kadar etanol yang hasil dari penyulingan diatas 90 %, dalam perencanaan ketel penyulingan penyusun menggunakan bahan Stainless steel dengan tebal dinding ketel penyulingan 2 mm, volume air bahan ketel penyulingan 20 liter, menara pendingin terdiri dari 6 kolom (1 kolom reflux dan 5 kolom berisi batu zeolit) *reflux coil* untuk pendinginan karena *reflux coil* lebih dingin (akibat aliran air), batu zeolit berbungsi untuk menyaring agar etanol yang di hasilkan lebih jernih, *reflux coil* dan kondenser terbuat dari tembaga, sirkulasi air menggunakan pompa listrik 125 watt (otomatis) dengan volume tangki air 120 liter.

Kata Kunci : Bahan Alternatif, Etanol, Kadar etanol diatas 90%, Mesin Destilator Model *Reflux*.